

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-76106

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 15/20	S	8835-5H		
9/18	P	8835-5H		
11/18	A	6821-5H		

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平4-21557

(22)出願日 平成4年(1992)2月7日

(31)優先権主張番号 特願平3-17337

(32)優先日 平3(1991)2月8日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 今関 隆志

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 福山 雄一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 吹野 真人

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 志賀 富士弥 (外3名)

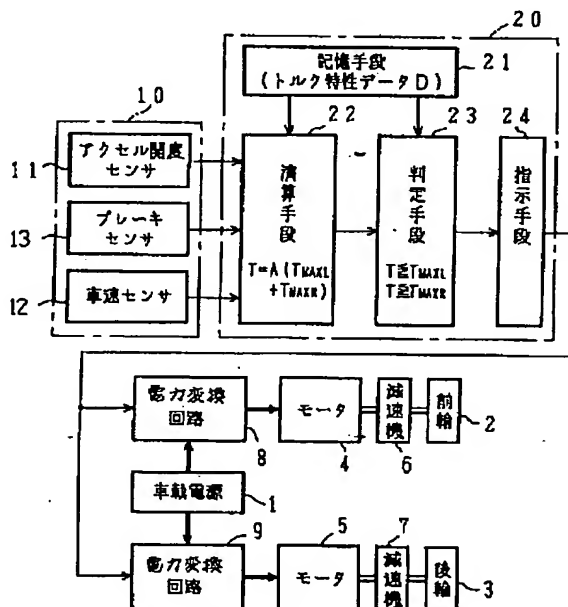
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気自動車の駆動装置

(57)【要約】

【目的】 モータの最大出力と必要出力との差が小さくなるように、複数のモータを使い分けることにより、低負荷走行時のモータの効率を向上し、一充電当たりの走行距離を伸ばす。

【構成】 前後輪または左右輪等の複数の駆動輪2, 3にモータ4, 5を個別に連結し、マイクロコンピュータ20がアクセル開度や車速等により、各モータ4, 5の必要出力を演算し、この必要出力が各モータ4, 5の最大出力以上であるか否かにより、各モータを選択的に電力駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪に連結した複数のモータと、車両のアクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、この判定手段からの判断結果により前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えたことを特徴とする電気自動車の駆動装置。

【請求項2】 車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪毎に連結した複数のモータと、車両のアクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、前記モータ個々の負荷状態を検出するモータ負荷検出手段と、このモータ負荷検出手段からのモータ個々の負荷状態を比較する比較手段と、この比較手段からの比較結果と前記判定手段からの判断結果とにより前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えたことを特徴とする電気自動車の駆動装置。

【請求項3】 車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪毎に連結した複数のモータと、車両のアクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、路面状況を検出する路面状況検出手段と、この路面状況検出手段からの路面状況と前記判定手段からの判断結果とにより前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えたことを特徴とする電気自動車の駆動装置。

【請求項4】 車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪毎に連結した複数のモータと、車両のアクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を

演算する演算手段と、

この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、

前記モータ個々の負荷状態を検出するモータ負荷検出手段と、

このモータ負荷検出手段からのモータ個々の負荷状態を比較する比較手段と、

路面状況を検出する路面状況検出手段と、

この路面状況検出手段からの路面状況と前記比較手段からの比較結果と前記判定手段からの判断結果とにより前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、

を備えたことを特徴とする電気自動車の駆動装置。

【請求項5】 前記駆動輪を前後輪としたことを特徴とする前記請求項1または請求項2または請求項3または請求項4に記載した電気自動車の駆動装置。

【請求項6】 前記駆動輪を前後輪と成し、前記複数のモータを出力特性の異なるモータと成し、この複数のモータの一方を前輪に連結し、他方のモータを後輪に連結したことを特徴とする前記請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5に記載した電気自動車の駆動装置。

【請求項7】 前記駆動輪を左右輪と成し、前記運転条件検出手段に車両の舵角を検出する舵角センサを付加し、前記演算手段を、前記モータの必要トルクと、この必要トルクでの消費電力総和と、必要トルクの倍数必要トルクと、この倍数必要トルクでの倍数消費電力総和平均と、を演算する構成と成し、

前記判定手段を、倍数必要トルクが最大トルク以上であるか否かを判断するとともに必要トルクでの消費電力総和が倍数必要トルクでの消費電力総和平均以上であるか否かを判断する一方、前記運転条件検出手段からの舵角により車両の直進を判断する構成と成し、前記指示手段に、前記判定手段からの直進なる判断結果と、倍数必要トルクが最大トルク以下であり、かつ、必要トルクでの消費電力総和が倍数必要トルクでの消費電力総和平均より大きいという判断結果により、左輪側のモータと右輪側のモータとを横揺れ防止時間を以て交互に駆動し、これ以外の判断結果により左右輪側のモータを同時駆動するという、2通りの電力駆動のうちの1つを選択して前記車載電源に指示する機能を付加した、ことを特徴とする前記請求項1または請求項2または請求項3または請求項4に記載した電気自動車の駆動装置。

【請求項8】 前記駆動輪を左右輪と成し、前記運転条件検出手段に車両の舵角を検出する舵角センサを付加し、前記判定手段を、前記運転条件検出手段からの舵角により車両の転回を判断する構成と成し、

前記指示手段に、前記判定手段からの転回なる判断結果と、前記路面状況検出手段からの路面状況が滑り易いという検出出力とにより外輪側のモータの出力が内輪側のモータの出力よりも大きくなることを禁止する手段を設けた、  
ことを特徴とする前記請求項3または請求項4に記載した電気自動車の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気自動車の駆動装置 10 に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電気自動車の駆動装置としては、例えば、特開昭56-132102号公報や特開昭62-138002号公報に示されたものがある。

【0003】前者は、エンジンとモータとを搭載し、エンジンの燃焼効率の良い領域ではエンジンを駆動し、その他の領域ではモータを駆動するようになっている。

【0004】後者は、左右の駆動輪毎にモータを個別に 20 連結し、車両の走行状態が、直進のときは左右両方のモータの回転速度を同一とし、左回転または右回転のときは転回方向内側のモータの回転速度を転回方向外側のモータの回転速度よりも低くするというように、ステアリング装置の舵角とモータの回転数とに応じて左右のモータを回転制御することにより、デファレンシャルギヤの機能を発揮するようになっている。

【0005】ところで、電気自動車の駆動輪用のモータの出力特性は、一般的には、図8に示すようになっている。同図において、曲線 $L_1$ は車速 $V$ とモータの最大出力としての最大トルクとの関係を示したトルク特性である。曲線 $L_{2-1}, L_{2-2}, \dots, L_{2-n}$ は、効率特性である。曲線 $L_1$ は定速走行時に車両が受ける走行抵抗をモータが受ける負荷のトルクに換算したトルク特性であることから、その定速走行時の車速を保つためにモータが必要とする出力としてのトルクである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前者にあっては、高トルクを必要とする領域でもモータでトルクを得る構成になっているので、大出力のモータが必要になる。しかし、モータの効率は、図8に示すように、モータの車速に相当する回転速度の低い場合や必要トルクの少ない場合には、例えば60%以下というように低い特性になる。このようなことから、出力の大きいモータを使用すればするほど、定速走行のような低負荷走行時には、最大トルクと必要トルクとの差が大きくなり、モータの効率が悪くなり、一充電当たりの走行距離が短くなる。そこで、一充電当たりの走行距離を伸ばそうとして、車両の走行抵抗を低減すると、必要トルクがさらに低くなり、モータの効率が益々悪くなってしまふ。

【0007】後者にあっては、左右のモータを常に回転 50

させるとともに、直進時に左右のモータを同一回転速度で回転させる構成になっていることから、モータが出力的には一種類になっており、低負荷走行時には、前者と同様にモータの効率が悪くなるという不都合がある。

【0008】そこで、本発明は、運転条件により複数のモータを使い分けることにより、モータの効率を向上することを課題にしている。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪に連結した複数のモータと、車両のアクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、この判定手段からの判断結果により前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えている。

【0010】第2の発明は、車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪毎に連結した複数のモータと、車両の 20 アクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、前記モータ個々の負荷状態を検出するモータ負荷検出手段と、このモータ負荷検出手段からのモータ個々の負荷状態を比較する比較手段と、この比較手段からの比較結果と前記判定手段からの判断結果とにより前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えている。

【0011】第3の発明は、車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪毎に連結した複数のモータと、車両の 30 アクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、路面状況を検出する路面状況検出手段と、この路面状況検出手段からの路面状況と前記判定手段からの判断結果とにより前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えている。

【0012】第4の発明は、車載電源と、前後輪または左右輪等の駆動輪毎に連結した複数のモータと、車両の 40 アクセル開度や車速等の運転条件を検出する運転条件検出手段と、この運転条件検出手段からの運転条件により必要出力を演算する演算手段と、この演算手段からの必要出力が前記モータ個々の最大出力以上であるか否かを判断する判定手段と、前記モータ個々の負荷状態を検出するモータ負荷検出手段と、このモータ負荷検出手段からのモータ個々の負荷状態を比較する比較手段と、路面 50 状況を検出する路面状況検出手段と、この路面状況検出

手段からの路面状況と前記比較手段からの比較結果と前記判定手段からの判断結果とにより前記車載電源から前記複数のモータへの電力供給を制御する指示手段と、を備えている。

【0013】第5の発明は、第1の発明または第2の発明または第3の発明または第4の発明において、前記駆動輪を前後輪にしてある。

【0014】第6の発明は、前記第1の発明または第2の発明または第3の発明または第4の発明において、前記駆動輪を前後輪と成し、前記複数のモータを出力特性の異なるモータで構成し、この複数のモータの一方を前輪に連結し、他方のモータを後輪に連結してある。

【0015】第7の発明は、第1の発明または第2の発明または第3の発明または第4の発明において、前記駆動輪を左右輪と成し、前記運転条件検出手段に舵角を検出する舵角センサを付加し、前記演算手段を前記モータの必要トルクと、この必要トルクでの消費電力総和と、必要トルクの倍数必要トルクと、この倍数必要トルクでの倍数消費電力総和平均と、を演算する構成と成し、前記判定手段を倍数必要トルクが最大トルク以上であるか否かを判断するとともに必要トルクでの消費電力総和が倍数必要トルクでの消費電力総和平均以上であるか否かを判断する一方前記運転条件検出手段からの舵角により車両の直進を判断する構成と成し、前記指示手段を前記判定手段からの直進な判断結果と、倍数必要トルクが最大トルク以下であり、かつ必要トルクでの消費電力総和が倍数必要トルクでの消費電力総和平均より大きいという判断結果とにより、左輪側のモータと右輪側のモータとを横揺れ防止時間を以て交互に駆動し、これ以外の判断結果により左右輪側のモータを同時駆動するとい

う、2通りの電力駆動のうちの1つを選択して前記車載電源に指示する構成にしてある。

【0016】第8の発明は、第3の発明または第4の発明において、前記駆動輪を左右輪と成し、前記運転条件検出手段に舵角を検出する舵角センサを付加し、前記判定手段を運転条件検出手段からの舵角により車両の転回を判断する構成と成し、前記指示手段を前記判定手段からの転回な判断結果と前記路面状況検出手段からの路面状況が滑り易いという検出出力とにより外輪側のモータの出力が内輪側のモータの出力よりも大きくなることを禁止する手段を設けてある。

【0017】

【作用】第1の発明では、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かにより複数のモータへの電力供給を制御する。これにより、例えば次のように、複数のモータが選択的に駆動される。

【0018】例えば、複数のモータを前輪と後輪とに連結した場合において、前輪側のモータだけを駆動、後輪側のモータだけを駆動、前後輪側の両方のモータを駆動するという、3通りの電力駆動のうちの1つを選択す

る。

【0019】また、左右輪に複数のモータを連結した場合において、左輪側のモータと右輪側のモータとを個別に駆動する。

【0020】第2の発明では、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かの判断と、モータ個々の負荷状態とにより、複数のモータへの電力供給を制御する。

【0021】第3の発明では、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かの判断と、路面状況とにより、複数のモータへの電力供給を制御する。

【0022】第4の発明では、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かの判断と、モータ個々の負荷状態と、路面状況とにより、複数のモータへの電力供給を制御する。

【0023】第5の発明では、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かの判断と、モータ個々の負荷状態と、路面状況とのうちの少なくとも1つにより、前後輪のモータへの電力供給を制御する。

【0024】第6の発明では、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かの判断と、モータ個々の負荷状態と、路面状況とのうちの少なくとも1つにより、電源から複数の前後輪毎の出力が異なるモータへの電力供給を制御する。

【0025】第7の発明では、直進中において、運転条件から演算された必要出力がモータ個々の最大出力以上であるか否かの判断と、モータ個々の負荷状態と、路面状況とのうちの少なくとも1つ、および、必要トルクと消費電力との関係から左右輪毎のモータへの電力供給を制御する。

【0026】第8の発明では、転回中において、路面が滑り易いという出力により、運転条件から求められる外輪側モータ出力が内輪側モータ出力よりも大きくなる選択を禁止し、外輪側モータと内輪側モータとを駆動させる。

【0027】

【実施例】第1実施例

図1は、第1実施例として、運転条件により複数のモータを制御する電気自動車の駆動装置を示している。同図において、1は車載電源であって、これは、複数の単位バッテリーにより高電圧を出力するようになっている。

【0028】2、3は、複数の駆動輪であって、これらは、前輪と後輪とに構成してあることから、前輪1と後輪2とは、複数のモータ4、5が減速機6、7を介して個別に連結してある。

【0029】これらのモータ4、5には、電力が車載電源1から個別の電力変換回路8、9を通して供給、遮断される。また、これらのモータ4、5の出力特性は異な

っている。具体的には、前輪側のモータ4は、図2の出力特性たるトルク特性 $L_1$ で示すように、車速 $V$ に対する最大出力たる最大トルク $T_{MAXF}$ が、例えば車速 $V=0$ で8kgfmを有するような大出力モータになっている。後輪側モータ5は、図3のトルク特性 $L_2$ で示すように、車速 $V$ に対する最大トルク $T_{MAXR}$ が、例えば車速 $V=0$ で2kgfmを有するような小出力モータになっている。つまり、モータ4、5の出力特性は、 $T_{MAXF} > T_{MAXR}$ の関係になっている。なお、図3、4中の曲線 $L_{2-1}$ 、 $L_{2-2}$ 、……、 $L_{2-n}$ は、効率特性、曲線 $L_{3-1}$ 、 $L_{3-2}$ 、 $L_{3-3}$ は負荷のトルク特性である。

【0030】再び、図1に戻って、10は運転条件検出手段であって、これは、車載電源1から図外のトランスを介して低電圧となった電力を電源として、車両の運転条件を検出するものであり、具体的には、アクセルセンサ11と車速センサ12とブレーキセンサ13とを備えている。

【0031】アクセルセンサ11は、図外のアクセル装置におけるアクセルペダルのようなアクセル操作部の操作量としてのアクセル開度 $A$ を検出し、この検出量に応じた電気信号をアクセル開度 $A$ として出力する。

【0032】車速センサ12は、車両の速度 $V$ を検出し、この検出量に応じた電気信号を車速 $V$ として出力する。

【0033】ブレーキセンサ13は、図外のブレーキ装置におけるブレーキペダルのようなブレーキ操作部の操作量としてのブレーキ度合い $B$ を検出し、この検出量に応じた電気信号をブレーキ度合い $B$ として出力する。

【0034】20は制御装置であって、これは、車載電源1から図外のトランスを介して低電圧となった電力を電源とするマイクロコンピュータに構成されており、マイクロコンピュータのメモリにシステムベースとして予め設定されたプログラムにしたがって動作するようになっており、具体的には、記憶手段21と演算手段22と判定手段23と指示手段24とを備えている。

【0035】記憶手段21は、実験結果として得られた、車速 $V$ とモータ4、5毎の最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ との関係を規定するトルク特性データ $D$ を記憶している。

【0036】演算手段22には、アクセル開度 $A$ に対応した車速を保つのに必要な必要トルク $T$ を演算するトルク演算式として、 $T = A(T_{MAXF} + T_{MAXR})$ 、を予め設定してある。そして、この演算手段22は、運転条件検出手段10からの出力信号を受け取ることにより、車速 $V$ を記憶手段21のトルク特性データ $D_1$ に照合し、このトルク特性データ $D_1$ からモータ4、5個々の車速 $V$ の関数たる最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ を抽出し、この最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ と前記運転条件中のアクセル開度 $A$ とを上記式(1)に代入して必要トルク $T$ を演算し、この演算結果に相当する電気信号を必要トルク $T$ と

して出力する。

【0037】判定手段23は、演算手段22からの必要トルク $T$ が前記記憶手段21から抽出した個々の最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ 以上であるか否かを判断する。具体的には、この判定手段23は、演算手段22からの必要トルク $T$ と運転条件検出手段10からの運転条件中の車速 $V$ とを受け取り、この受け取った現在の車速 $V$ を記憶手段21のトルク特性データ $D$ に照合して、最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ を抽出した後、上記必要トルク $T$ が上記最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ 以上であるか否かを判断する。この判断結果は、例えば、 $T < T_{MAXR}$ 、 $T_{MAXR} \leq T < T_{MAXF}$ 、 $T > T_{MAXF}$ となっている。そして、判定手段23は、上記判断結果に応じた電気信号を出力する。

【0038】指示手段24は、判定手段23からの出力信号により、車載電源1からモータ4、5への電力供給を制御する電気信号を、電力変換回路8、9に出力する。具体的には、判定手段23からの判断結果が $T < T_{MAXR}$ の場合は、指示手段24が電力変換回路8に遮断信号を出力するとともに電力変換回路9に供給信号を出力する。また、判定手段23からの判断結果が $T_{MAXR} \leq T < T_{MAXF}$ の場合は、指示手段24が電力変換回路8に供給信号を出力するとともに電力変換回路9に遮断信号を出力する。さらに、判定手段23からの判断結果が $T > T_{MAXF}$ の場合は、指示手段24が電力変換回路8、9の両方に供給信号を出力する。

【0039】この第1実施例の作用を説明する。

【0040】先ず、運転者が、図外のメインスイッチをオン動作するとともに、アクセル装置のアクセル操作部を操作し、電気自動車が行走するモータ4、5の力行側の作用を、図4に示したフローチャートにしたがって説明する。

【0041】メインスイッチがオン動作されると、制御装置20が起動して、ステップ101で、モータ制御が始まると、ステップ102でアクセルセンサ11が検出したアクセル開度 $A$ と、車速センサ12が検出した車速 $V$ とを読み込み、ステップ103で、その現在の車速 $V$ を基準として、トルク特性データ $D$ からモータ4の最大トルク $T_{MAXF}$ とモータ5の最大トルク $T_{MAXR}$ とを抽出し、最大トルク $T_{MAXF}$ 、 $T_{MAXR}$ と前記アクセル開度 $A$ とをトルク演算式に代入して必要トルク $T$ を演算する。

【0042】引き続き、ステップ104における必要トルク $T$ を後輪側の小出力なるモータ5の最大トルク $T_{MAXR}$ と前輪側の大出力なるモータ4の最大トルク $T_{MAXF}$ とに比較した結果により、モータ4、5を使い分ける。

【0043】(1)必要トルク $T$ が最大トルク $T_{MAXR}$ 未満である場合(ステップ104がNO; $T < T_{MAXR}$ )には、アクセル開度 $A$ に対する車速を保つのに、図3に実線で示す負荷のトルク特性 $L_{3-1}$ のように、小出力のモータ5だけのトルクで十分に足りることを意味するので、モータ4へのトルク指令 $T_1 = 0$ と、モータ5への

トルク指令  $T_1 = T$  を演算し、電力変換回路 8 に  $T_1 = 0$  なる遮断信号を出力するとともに、電力変換回路 9 に  $T_2 = T$  なる供給信号を出力する（ステップ 106, 109）。これにより、電力変換回路 8 が車載電源 1 からモータ 4 への電力を遮断する一方、電力変換回路 9 が車載電源 1 からモータ 5 に必要トルク  $T$  を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ 4 が自由回転するとともに、モータ 5 が駆動し、電気自動車が小出力のモータ 5 の駆動力のみでアクセル開度  $A$  に対する車速を保ちながら定速走行する。具体的には、例えば、車速  $V = 40 \text{ Km/h}$  で定速走行している場合において、走行荷荷が小さく、必要トルク  $T = 1 \text{ Kg m f}$  しか必要としないと仮定すると、大出力のモータ 4 のみで駆動する場合には、図 2 に実線で示す負荷のトルク特性  $L_{1-1}$  から、車速  $V = 40 \text{ Km/h}$  のときでのモータ 4 の効率が 60% であるのに対して、小出力のモータ 5 のみで駆動する場合には、図 3 に実線で示すトルク特性  $L_{1-1}$  から、車速  $V = 40 \text{ Km/h}$  のときでのモータ 5 の効率が約 77.5% となり、モータの効率が大幅に向上することがわかるであろう。

【0044】(2) 必要トルク  $T$  が最大トルク  $T_{MAX}$  から最大トルク  $T_{MAX}$  までの間にある場合（ステップ 104 が YES、ステップ 105 が NO;  $T_{MAX} \leq T < T_{MAX}$ ）には、アクセル開度  $A$  に対応した車速を保つのに、図 2 に一点鎖線で示すトルク特性  $L_{1-2}$  のように、大出力のモータ 4 だけのトルクで十分に足りることを意味するので、モータ 4 へのトルク指令  $T_1 = T$  と、モータ 5 へのトルク指令  $T_2 = 0$  を演算し、電力変換回路 8 に  $T_1 = T$  なる供給信号を出力するとともに、電力変換回路 9 に  $T_2 = 0$  なる遮断信号を出力する（ステップ 107, 109）。これにより、電力変換回路 8 が車載電源 1 から大出力のモータ 4 に、必要トルク  $T$  を出力するのに必要な電力を供給する一方、電力変換回路 9 は車載電源 1 からモータ 5 への電力を遮断する。よって、モータ 4 が駆動するとともに、モータ 5 が自由回転し、電気自動車が大出力のモータ 4 の駆動力のみでアクセル開度  $A$  に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0045】(3) 必要トルク  $T$  が最大トルク  $T_{MAX}$  以上である場合（ステップ 104, 105 が共に YES;  $T > T_{MAX}$ ）には、アクセル開度  $A$  に対する車速を保つのに、図 2 に仮想線で示すトルク特性  $L_{1-3}$  のように、モータ 4 だけのトルクでは不足であることを意味するので、モータ 4 へのトルク指令  $T_1 = T_{MAX}$  と、モータ 5 へのトルク指令  $T_2 = T_1 - T_{MAX}$  を演算し、電力変換回路 8 に  $T_1 = T_{MAX}$  なる供給信号を出力するとともに電力変換回路 9 に  $T_2 = T - T_{MAX}$  なる供給信号を出力する（ステップ 108, 109）。これにより、電力変換回路 8 が、車載電源 1 からモータ 4 に、最大トルク  $T_{MAX}$  を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路 9 が、車載電源 1 からモータ 5 に、必要トルク  $T$  からモ

ータ 4 の最大トルク  $T_{MAX}$  を引いたトルク不足分  $\Delta T = T - T_{MAX}$  を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ 4, 5 が駆動し、モータ 4 でのトルク不足分  $\Delta T$  をモータ 5 で補いつつ、電気自動車がモータ 4, 5 の駆動力でアクセル開度  $A$  に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0046】上記ステップ 102～ステップ 109 の実行は、図外のメインスイッチがオフ動作されるまで繰り返して行われるが、運転条件は、1 サイクルの処理毎に書き換えられる。

【0047】次に、運転者がブレーキ装置におけるブレーキ操作部を操作し、電気自動車が制動される際のモータ 4, 5 の惰行側の作用を説明すると、回生制動によるモータ 4, 5 の発電効率は、力行側と略同じと考えられるので、前記アクセル開度  $A$  に代えてブレーキ度合い  $B$  を読み込んで、力行側と同様にモータ 4, 5 を使い分けることにより、回生制動による発電効率が向上し、回生制動による車載電源 1 への充電量が向上し、1 充電当たりの走行距離も必然的に伸びるという利点がある。

【0048】また、この第 1 実施例では、前輪側のモータ 4 を大出力とし、後輪側のモータ 5 を小出力としたので、電気自動車の制動時の荷重移動を考慮すると、電気自動車の制動性能も良好になるとともに、モータ 4, 5 の効率の高い所を使った回生制動が行える。

【0049】なお、この第 1 実施例によれば、定速走行で、例えば  $40 \sim 60 \text{ km/h}$  なる範囲の車速で走る割合が非常に高いとすると、この利用頻度の高い車速を保つための必要トルク  $T$  が、例えば 75% 以上の効率となる出力のモータを用いることにより、1 充電当たりの走行距離を伸ばすことも可能である。

【0050】また、電気自動車の加速時の荷重移動を考慮すると、前輪側のモータ 4 を小出力とし、後輪側のモータ 5 を大出力とすることにより、加速時の駆動輪のスリップも減少し、加速性能を高めることができる。

【0051】第 2 実施例

図 5 は、第 2 実施例として、運転条件により、複数のモータを制御する電気自動車の駆動装置を示したものである。第 1 実施例と同一部分に同一符号を付してある。

【0052】この図 5 の電気自動車の駆動装置は、操舵輪を駆動輪 2A, 3A に構成してあることから、この操舵輪なる左右輪にモータ 4A, 5A を個別に連結してある。また、運転条件検出手段 10A としては、アクセルセンサ 11, 車速センサ 12, 舵角センサ 14, モータ速度センサ 15, 16 になっている。そして、運転条件検出手段 10A の各種の検出信号たるアクセル開度  $A$ , 車速  $V$ , ステアリング装置 30 の舵角  $C$ , モータ 4A, 5A の回転速度  $N_1, N_2$  が、マイクロコンピュータに構成された制御装置 20A に入力される。すると、制御装置 20A は、電気自動車がステアリング装置 30 で左回転や右回転される場合に、舵角  $C$  と回転速度  $N_1, N_2$  を



基準として、その舵角Cで以て電気自動車に安全に転回できるであろうモータ4A、5Aの回転速度差 $\Delta N = C \cdot (N_1 - N_2)$ を演算し、この演算した回転速度差 $\Delta N$ に応じた転回信号を電力変換回路8A、9Aに個別に出力する。これにより、電力変換回路8、9が、回転速度差 $\Delta N$ に応じた電力を、車載電源1からモータ4A、5Aに個別に供給する。つまり、制御装置20Aが、舵角Cと回転数 $N_1$ 、 $N_2$ とに応じて、モータ4A、5Aを回転制御することにより、デファレンシャルギヤの機能を発揮するようになっている。なお、図5中の符号2B、3Bは従動輪である。

【0053】ここで、制御装置20Aは、図6に示すように、記憶手段21Aと演算手段22Aと判定手段23Aと指示手段24Aとを備えている。

【0054】記憶手段21Aは、直進判定範囲 $D_1$ とトルク特性データ $D_2$ と消費電力特性データ $D_3$ とを記憶している。直進判定範囲 $D_1$ は、舵角センサ14で検出した舵角Cが、この直進判定範囲 $D_1$ 以内であるか否かにより、電気自動車の運転条件の1つである直進か転回かを判断する基準値である。トルク特性データ $D_2$ は、実験結果として得られたモータ4A、5A毎の回転速度 $N_1$ 、 $N_2$ と最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ との関係を規定したものである。なお、 $T_{MAXR}$ のRは、第1実施例での $T_{MAXL}$ のRがRear（後）の頭文字を採ったのに対し、Right（右）の頭文字を採ったものである。消費電力特性データ $D_3$ は、モータ4A、5A毎の回転数 $N_1$ 、 $N_2$ と必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力 $W_{L1}$ 、 $W_{R1}$ と倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力 $W_{L2}$ 、 $W_{R2}$ との関係を規定している。

【0055】演算手段22Aには、アクセル開度Aに対応した回転速度を保つのに必要な必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ を演算するトルク演算式として、

$$T_{L1} = A \cdot T_{MAXL} \quad \dots\dots (1)$$

$$T_{R1} = A \cdot T_{MAXR} \quad \dots\dots (2)$$

と、これら必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ にモータ数 $n=2$ を乗算した倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ を演算する倍数トルク演算式として、

$$T_{L2} = n \cdot T_{L1} = 2 \cdot T_{L1} \quad \dots\dots (3)$$

$$T_{R2} = n \cdot T_{R1} = 2 \cdot T_{R1} \quad \dots\dots (4)$$

と、上記必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力総和 $W_{u1}$ を演算する式として、

$$W_{u1} = W_{L1} + W_{R1} \quad \dots\dots (5)$$

と、上記倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和 $W_{u2}$ を演算する式として、

$$W_{u2} = W_{L2} + W_{R2} \quad \dots\dots (6)$$

と、この倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和平均 $W'_{u2}$ を演算する式として、

$$W'_{u2} = W_{u2} / 2 = (W_{L2} + W_{R2}) / 2 \quad \dots\dots (7)$$

と、が予め設定してある。そして、この演算手段22Aは、運転条件検出手段10Aからの出力信号を受け取る

ことにより、記憶手段21Aの直進判定範囲 $D_1$ と、トルク特性データ $D_2$ から最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ と、消費電力特性データ $D_3$ から必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力 $W_{L1}$ 、 $W_{R1}$ 、倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力 $W_{L2}$ 、 $W_{R2}$ それぞれを抽出する。そして、演算手段22Aは、運転条件中の舵角Cと直進判定範囲 $D_1$ とを比較し、電気自動車が直進走行中である場合に、上記最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ と運転条件中のアクセル角度Aとを上記(1)、(2)式に代入して必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ を演算し、この必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ を上記(3)、(4)式に代入して倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ を演算し、上記必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力 $W_{L1}$ 、 $W_{R1}$ を上記(5)式に代入して必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力総和 $W_{u1}$ を演算し、上記倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力 $W_{L2}$ 、 $W_{R2}$ を上記(6)式に代入して倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和 $W_{u2}$ を演算し、この消費電力総和 $W_{u2}$ を上記(7)式に代入して倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和平均 $W'_{u2}$ を演算し、これらの演算結果に相当する電気信号を判定手段23Aに出力する。

【0056】判定手段23Aは、倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ と運転条件検出手段10Aからの回転速度 $N_1$ 、 $N_2$ とにより、トルク特性データ $D_2$ から最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ を抽出した後、上記倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ が上記最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ 以上であるか否かを判断する。また、判定手段23Aは、演算手段22Aからの必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力総和 $W_{u1}$ と倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和平均 $W'_{u2}$ とにより、必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力総和 $W_{u1}$ が倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和平均 $W'_{u2}$ 以上であるか否かを判断する。そして、判定手段23Aは、上記判断結果に応じた電気信号を指示手段24Aに出力する。

【0057】指示手段24Aは、倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ が最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ よりも大きい( $T_{L2} > T_{MAXL}$ 、 $T_{R2} > T_{MAXR}$ )判断結果の場合、または、倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ が最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ 以下( $T_{L2} \leq T_{MAXL}$ 、 $T_{R2} \leq T_{MAXR}$ )である判断結果であって、かつ必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力総和 $W_{u1}$ が倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での倍数消費電力総和平均 $W'_{u2}$ 以下( $W_{u1} \leq W'_{u2}$ )である判断結果の場合は、電力変換回路8、9に供給信号を出力する。また、指示手段24Aは、倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ が最大トルク $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$ 以下( $T_{L2} \leq T_{MAXL}$ 、 $T_{R2} \leq T_{MAXR}$ )である判断結果であって、かつ、必要トルク $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$ での消費電力総和 $W_{u1}$ が倍数必要トルク $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$ での消費電力総和平均 $W'_{u2}$ より大きい( $W_{u1} > W'_{u2}$ )判断結果の場合は、電力変換回路8、9に供給信号と遮断信号とを、予め設定された横揺れ防止時間 $t$ を以て、交互に出力する。この横揺れ防止時間 $t$ は、電気自動車の左

右輪を当該横揺れ防止時間  $t$  を以て交互に駆動しても、電気自動車は横揺れを起こすことのないように、直進走行できるヨーレイト応答性の実験結果より、例えば数秒に決められる。

【0058】この第2実施例の作用を、図7に示したフローチャートにしたがって説明する。

【0059】メインスイッチがオン動作されると、制御装置20Aが起動して、ステップ201で、モータ制御が始まると、ステップ202で、アクセルセンサ11が検出したアクセル開度Aと、舵角センサ14が検出した舵角Cと、モータ回転数センサ15、16が検出したモータ回転速度  $N_1$ 、 $N_2$  とを読み込み、ステップ203で、舵角Cが直進判定範囲  $D_1$  内であるか判断する。そして、舵角Cが直進判定範囲  $D_1$  外であるならば（ステップ203がNO）、運転者がステアリング装置を右転回または左転回に操作し、電気自動車が転回中であることから、モータ4A、5Aを差動回転するように、図外の転回制御の処理を行うため、ステップ202に戻る。

【0060】これとは逆に、舵角Cが直進判定範囲  $D_1$  内であるならば（ステップ203がYES）、運転者がステアリング装置を直進に操作し、電気自動車が直進中であることから、モータ回転速度  $N_1$ 、 $N_2$  を基準としてトルク特性データ  $D_2$  からモータ4Aの最大トルク  $T_{MAXL}$  とモータ5Aの最大トルク  $T_{MAXR}$  とを抽出してメモリに一時記憶する。

【0061】そして、ステップ204で、最大トルク  $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$  とアクセル開度Aとを前記（1）、（2）式に代入して、必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  を演算し、ステップ205で、必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  を前記（3）、

（4）式に代入して、倍数必要トルク  $T_{L2}$  と倍数必要トルク  $T_{R2}$  とを演算する。引き続き、ステップ206で、倍数必要トルク  $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$  が最大トルク  $T_{MAXL}$ 、 $T_{MAXR}$  より大きい場合かを判断する。そして、 $T_{L2} > T_{MAXL}$ 、 $T_{R2} > T_{MAXR}$  の場合（ステップ206がYES）には、モータ4A、5Aを交互に駆動すると、当該駆動する1台のモータが過負荷を受けることを意味するので、ステップ207で、指示手段24Aが電力変換回路8に  $T_1 = T_{L1}$  なる供給信号を出力するとともに電力変換回路9に  $T_2 = T_{R1}$  なる供給信号を出力する。これにより、電力変換回路8、9が車載電源1からモータ4A、5Aに、必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4A、5Aの両方が駆動し、電気自動車が現在の車速Vを保ちながら定速直進走行する。

【0062】これとは逆に、 $T_{L2} \leq T_{MAXL}$ 、かつ、 $T_{R2} \leq T_{MAXR}$  の場合（ステップ206がNO）には、モータ4A、5Aを交互に駆動しても、当該駆動する1台のモータが過負荷にならないことを意味するので、ステップ208で、回転速度  $N_1$ 、 $N_2$  を基準として、消費電力特性データ  $D_3$  から、モータ4Aの必要トルク  $T_{L1}$  での消

費電力  $W_{L1}$  と、モータ4Aの倍数必要トルク  $T_{L2}$  での消費電力  $W_{L2}$  と、モータ5Aの必要トルク  $T_{R1}$  での消費電力  $W_{R1}$  と、モータ5Aの倍数必要トルク  $T_{R2}$  での消費電力  $W_{R2}$  とを抽出し、これらの消費電力  $W_{L1}$ 、 $W_{L2}$ 、 $W_{R1}$ 、 $W_{R2}$  それぞれを前記（5）、（6）、（7）式に個別に代入して、必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  での消費電力総和  $W_{u1}$  と、倍数必要トルク  $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$  での消費電力総和平均  $W'_{u2}$  を演算する。

【0063】引き続き、ステップ209で、必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  での消費電力総和  $W_{u1} = W_{L1} + W_{R1}$  が倍数必要トルク  $T_{L2}$ 、 $T_{R2}$  での消費電力総和平均  $W'_{u2} = (W_{L2} + W_{R2}) / 2$  以下であるか判断する。そして、 $W_{u1} \leq W'_{u2}$  の場合（ステップ209がNO）には、モータ4A、5Aを交互に駆動すると、モータ4A、5Aを同時に駆動したときよりも、消費電力が多くなることを意味するので、ステップ207で、電力変換回路8、9に供給信号を出力する。これにより、電力変換回路8、9が、車載電源1からモータ4A、5Aに、必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4A、5Aの両方が駆動し、電気自動車がアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら定速直進走行する。

【0064】これとは逆に、 $W_{u1} > W'_{u2}$  の場合（ステップ209がYES）には、モータ4A、5Aを交互に駆動しても、モータ4A、5Aを同時に駆動したときよりも、消費電力が少なくなることを意味するので、ステップ210で、電力変換回路8、9に、 $T_1 = T_{L1}$ 、 $T_2 = T_{R1}$  なる供給信号と  $T_1 = 0$ 、 $T_2 = 0$  なる遮断信号とを横揺れ防止時間  $t$  を以て、交互に供給し、ステップ211で、モータ制御の1サイクルが終わる。これにより、電力変換回路8、9が車載電源1からモータ4A、5Aに必要トルク  $T_{L1}$ 、 $T_{R1}$  を出力するのに必要な電力を、横揺れ防止時間  $t$  を以て、交互に供給する。よって、モータ4Aが駆動している場合は、モータ5Aが自由回転し、モータ5Aが駆動している場合は、モータ4Aが自由回転するというように、モータ4Aとモータ5Aとが横揺れ防止時間  $t$  毎に交互に駆動、自由回転を行いながら、電気自動車が現在の車速Vを保ちつつ定速直進走行する。

【0065】上記ステップ202～211の実行は、図外のメインスイッチがオフ動作されるまで繰り返されるが、運転条件は1サイクルの処理毎に書き換えられる。

【0066】第3実施例

図8は、第3実施例として、運転条件とモータ負荷状態とにより、複数のモータを制御する電気自動車の駆動装置を示したものであって、第1実施例と同一部分に同一符号を付してある。

【0067】この図8の電気自動車の駆動装置は、アクセルセンサ11、車速センサ12などの運転条件検出手



応して設けられたモータ負荷検出手段40, 41からの負荷状態とにより、制御装置20Bが制御信号を電力変換回路8, 9に個別に出力し、電力変換回路8, 9が制御信号に応じて車載電源1からモータ4B, 5Bに供給される電力を個別に制御する。

【0068】モータ4B, 5Bは、図外の複数の駆動輪を個別に駆動するものであって、図10(A)のトルク特性 $L_i$ に示すように、車速 $V$ に対する最大トルク $T_{max}$ を有する同一定格のモータになっている。

【0069】モータ負荷検出手段40, 41は、モータ4B, 5B個々の負荷状態としての回転子温度（モータ温度） $Q_1, Q_2$ を検出し、この検出した回転子温度 $Q_1, Q_2$ に相当する電気信号を制御装置20Bに出力する温度センサになっている。

【0070】制御装置20Bの記憶手段21Bは、車速 $V$ と最大トルク $T_{max}$ との関係を規定するトルク特性データ $D_i$ を記憶している。演算手段22Bは、運転条件検出手段10Bからの出力信号を受け取ることににより、車速 $V$ をトルク特性データ $D_i$ に照合し、トルク特性データ $D_i$ から最大トルク $T_{max}$ を抽出し、この最大トルク $T_{max}$ とアクセル開度 $A$ とをトルク演算式 $T = 2 \cdot A \cdot T_{max}$ に代入して必要トルク $T$ を演算し、必要トルク $T$ に相当する電気信号を判定手段23Bに出力する。判定手段23Bは、演算手段22Bからの必要トルク $T$ がトルク特性データ $D_i$ から抽出した最大トルク $T_{max}$ 以上であるか否かを判断し、その判断結果に相当する電気信号を指示手段24Bに出力する。

【0071】また、制御装置20Bの比較手段42は、温度センサ40, 41から出力される回転子温度 $Q_1, Q_2$ を受け取って比較し、その比較結果に相当する電気信号を指示手段24Bに出力する。指示手段24Bのトルク演算器43, 44は、判定手段23Bからの判断結果と比較手段42からの比較結果とにより、モータ4B, 5Bに対応するトルク指令 $T_1, T_2$ を演算して電流指令演算器45, 46に出力する。電流指令演算器45, 46は、トルク指令 $T_1, T_2$ により、モータ4B, 5Bそれぞれに対応する電流指令 $I_1, I_2$ を演算してパルス幅変調器（PWM）47, 48に出力する。パルス幅変調器47, 48は、電流指令 $I_1, I_2$ により、モータ4B, 5Bに対応する供給信号、遮断信号なる制御信号に相当するパルス幅変調指令 $P_1, P_2$ を電力変換器8, 9に出力する。

【0072】この第3実施例の作用を図9に示したフローチャートにしたがって説明する。

【0073】メインスイッチがオン動作されると、制御装置20が起動して、ステップ301でモータ制御が始まると、ステップ302で、アクセルセンサ11で検出されているアクセル開度 $A$ と、車速センサ12で検出されている車速 $V$ と、温度センサ43, 44で検出されている回転子温度 $Q_1, Q_2$ とを読み込み、ステップ303

で、その現在の車速 $V$ を基準として、トルク特性データ $D_i$ から最大トルク $T_{max}$ を抽出し、この最大トルク $T_{max}$ とアクセル開度 $A$ とを、トルク演算式に代入して必要トルク $T$ を演算する。

【0074】そして、ステップ304における必要トルク $T$ と最大トルク $T_{max}$ との判断結果に、ステップ305, 306での回転子温度 $Q_1, Q_2$ の比較結果を加味して、モータ4B, 5Bを使い分ける。

【0075】（1）必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ より大きい場合（ステップ304がNO； $T > T_{max}$ ）には、アクセル開度 $A$ に対する車速を保つのに、1つのモータだけのトルクでは不足であり、モータ4B, 5Bの両方を使う必要があることを意味する。しかし、モータ4B, 5Bは温度に応じて抵抗が増えて銅損が増すので、回転子温度 $Q_1, Q_2$ を比較して、モータ4B, 5Bのうちで回転子温度 $Q_1, Q_2$ が低い方を定格で駆動し、回転子温度 $Q_1, Q_2$ が高い方を残りの出力で補助的に駆動する。

【0076】具体的には、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ 以下の場合（ステップ305がYES； $Q_1 \leq Q_2$ ）には、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = T_{max}$ と、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = T - T_{max}$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T_{max}$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T - T_{max}$ なる供給信号を出力する（ステップ307, 308, 315）。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bに、最大トルク $T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bに、必要トルク $T$ からモータ4Bの最大トルク $T_{max}$ を引いたトルク不足分 $\Delta T = T - T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4B, 5Bが駆動し、モータ4Bでのトルク不足分 $\Delta T$ をモータ5Bで補いつつ、電気自動車はモータ4B, 5Bの駆動力でアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら走行する。

【0077】また、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ より高い場合（ステップ305がNO； $Q_1 > Q_2$ ）には、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = T - T_{max}$ と、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = T_{max}$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T - T_{max}$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T_{max}$ なる供給信号を出力する（ステップ309, 310, 315）。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bに、必要トルク $T$ からモータ5Bの最大トルク $T_{max}$ を引いたトルク不足分 $\Delta T = T - T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bに、最大トルク $T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4B, 5Bが駆動し、モータ5Bでのトルク不足分 $\Delta T$ をモータ4Bで補いつつ、電気自動車はモータ4B, 5Bの駆動力でアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0078】(2) 必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ 以下の場合(ステップ304がYES;  $T \leq T_{max}$ )には、アクセル開度 $A$ に対する車速を保つのに、1つのモータだけのトルクで十分に足り、モータ4B、5Bの両方を使う必要がないことを意味する。しかし、モータ4B、5Bは温度に応じて抵抗が増えて銅損が増すので、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ を比較して、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が低い方を駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が高い方を自由回転とする。

【0079】具体的には、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ 以下の場合(ステップ306がYES;  $Q_1 \leq Q_2$ )には、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = T$ と、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = 0$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = 0$ なる遮断信号を出力する(ステップ311、312、315)。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bに、必要トルク $T$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bへの電力を遮断する。よって、モータ4Bが駆動し、モータ5Bが自由回転し、電気自動車はモータ4Bの駆動力のみでアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら走行する。

【0080】また、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ より高い場合(ステップ306がNO;  $Q_1 > Q_2$ )には、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = 0$ 、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = T$ を演算し、電力変換回路8に $T_1 = 0$ なる遮断信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T$ なる供給信号を出力する(ステップ313、314、315)。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bへの電力を遮断し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bに、必要トルク $T$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4Bが自由回転し、モータ5Bが駆動し、電気自動車はモータ5Bの駆動力のみでアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0081】上記ステップ302～ステップ315の実行は、図外のメインスイッチがオフ動作されるまで繰り返して行われるが、運転条件とモータ負荷状態とは、1サイクルの処理毎に書き換えられる。

【0082】要するに、この第3実施例によれば、必要トルク $T$ と最大トルク $T_{max}$ との大小関係なる運転条件に、モータ4B、5Bの回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高低なる負荷状態を加味する。そして、必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ より大きい場合には、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の低い方を最大トルク $T_{max}$ で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高い方を補助的に駆動する。逆に、必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ 以下の場合では、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の低い方を必要トルク $T$ で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高い方を自由回転にした。このため、負荷が高い方のモ

ータは自由回転とするか、低トルクで運転され、その温度上昇が抑えられるので、モータの安全性が向上する。しかも、熱影響による銅損を極力少なくし、もって、モータ4B、5Bの効率も良くなる。

【0083】例えば、図10(A)に示すポイントP<sub>1</sub>の必要トルク $T$ が要求された場合に、モータ4B、5BでそれぞれポイントP<sub>1</sub>の $T/2$ のトルクを出力すると、効率は70%になる。しかし、モータ4B、5Bのうち一方を自由回転として、他方を駆動して必要トルク $T$ を出力すると、効率を80%にすることができる。そこで、アクセル開度 $A$ から指定される必要トルク $T$ に対して、図10(B)(C)に示すように、必要トルク $T$ が $a$ までは一方のモータのみを駆動し、必要トルク $T$ が $a$ 以上になったら他方のモータも駆動することで、効率が最大になる。しかも、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の大小関係でモータ4B、5Bを使い分ける場合については、一般的には、モータの導線(Cu)の抵抗温度依存性は、 $1.55(\Omega \cdot m)/0^\circ\text{C}$ 、 $2.23(\Omega \cdot m)/100^\circ\text{C}$ 、 $3.6(\Omega \cdot m)/300^\circ\text{C}$ 、であって、単位断面積 $\times$ 単位長さ当たりの電力損失は、電流1A当たり、 $W_{loss} = R \cdot I^2$ より、 $1.55$ ワット/ $0^\circ\text{C}$ 、 $2.33/100^\circ\text{C}$ ;  $0^\circ\text{C}$ のときの1.4倍、 $3.6$ ワット/ $300^\circ\text{C}$ ;  $0^\circ\text{C}$ のときの2.3倍、となる。したがって、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の大小関係によって、モータ4B、5Bを使い分けることにより、上記電力損失を解消することができる。よって、この電力損失分だけ、効率が向上する。

#### 【0084】第4実施例

図11は、第4実施例として、運転条件とモータ負荷状態と路面状況とにより、複数のモータを制御する電気自動車の駆動装置を示したものであって、第3実施例と同一部分に同一符号を付してある。

【0085】この図11の電気自動車の駆動装置は、第3実施例に、車輪スリップセンサ、横・前後Gセンサ、路面 $\mu$ センサなどのような路面状況検出手段50を付加し、この路面状況検出手段50からの路面状況 $S$ なる電気信号を比較手段42に入力し、比較手段42が路面状況 $S$ を予め設定された所定値 $S_0$ と比較し、その比較結果に相当する電気信号をも指示手段24Bに出力し、モータ4Bが図外の前輪を駆動し、モータ5Bが図後の後輪を駆動するようになっている。

【0086】この第4実施例の作用を図12に示したフローチャートにしたがって説明する。

【0087】メインスイッチのオン動作により、制御装置20が起動して、ステップ401でモータ制御が始まると、ステップ402で、アクセルセンサ11が検出したアクセル開度 $A$ と、車速センサ12が検出した車速 $V$ と、温度センサ43、44が検出した回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ と、路面状況検出手段50が検出した路面状況 $S$ とを読み込み、ステップ403で、その現在の車速 $V$ を基

準として、トルク特性データ $D_4$ から最大トルク $T_{max}$ を抽出し、この最大トルク $T_{max}$ とアクセル開度 $A$ とにより、トルク演算式から必要トルク $T$ を演算する。

【0088】そして、ステップ404における必要トルク $T$ と最大トルク $T_{max}$ との判断結果に、ステップ405、406での回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の比較結果とステップ407、408での路面状況 $S$ と所定値 $S_0$ との比較結果とを加味し、モータ4B、5Bを使い分ける。

【0089】(1) 必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ より大きい場合(ステップ404がNO;  $T > T_{max}$ )には、アクセル開度 $A$ に対する車速を保つのに、1つのモータだけのトルクでは不足であり、モータ4B、5Bの両方を使う必要があることを意味する。しかし、モータ4B、5Bは温度に応じて抵抗が増えて銅損が増すので、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ を比較して、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が低い方を定格で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が高い方を残りの出力で補助的駆動する。このとき、後輪を駆動するモータ5Bの駆動に際しては、路面状況 $S$ と所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。

【0090】具体的には、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ 以下の場合(ステップ405がYES;  $Q_1 \leq Q_2$ )には、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = T_{max}$ と、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = T - T_{max}$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T_{max}$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T - T_{max}$ なる供給信号を出力する(ステップ409、410、417)。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bに、最大トルク $T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bに、必要トルク $T$ からモータ4Bの最大トルク $T_{max}$ を引いたトルク不足分 $\Delta T = T - T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4B、5Bが駆動し、モータ4Bでのトルク不足分 $\Delta T$ をモータ5Bで補いつつ、電気自動車モータ4B、5Bの駆動力でアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0091】また、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ より高い場合(ステップ405がNO;  $Q_1 > Q_2$ )には、路面状況 $S$ と所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。つまり、路面状況 $S$ が所定値 $S_0$ 以下の場合(ステップ407がNO;  $S \leq S_0$ )には、路面が滑り易い状態でないことを意味するので、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = T - T_{max}$ と、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = T_{max}$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T - T_{max}$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T_{max}$ なる供給信号を出力する(ステップ411、412、417)。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bに、必要トルク $T$ からモータ5Bの最大トルク $T_{max}$ を引いたトルク不足分 $\Delta T = T - T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1から

モータ5Bに、最大トルク $T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4B、5Bが駆動し、モータ5Bでのトルク不足分 $\Delta T$ をモータ4Bで補いつつ、電気自動車モータ4B、5Bの駆動力でアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0092】逆に、路面状況 $S$ が所定値 $S_0$ を越えた場合(ステップ407がYES;  $S > S_0$ )には、路面が滑り易い状態であることを意味するので、運転条件とモータ負荷状態と路面状況 $S$ とを踏まえたモータ制御を解除する。これにより、電力変換回路8、9が、車載電源1からモータ4B、5Bに、通常のアクセル開度 $A$ に対応して制御された電力を供給して、電気自動車モータ4B、5Bの駆動力でアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0093】(2) 必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ 以下の場合(ステップ404がYES;  $T \leq T_{max}$ )には、アクセル開度 $A$ に対する車速を保つのに、1つのモータだけのトルクで十分に足り、モータ4B、5Bの両方を使う必要がないことを意味する。しかし、モータ4B、5Bは温度に応じて抵抗が増えて銅損が増すので、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ を比較して、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が低い方を駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が高い方を自由回転とする。ところが、このとき、後輪を駆動するモータ5Bの駆動に際しては、路面状況 $S$ と所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。

【0094】具体的には、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ 以下の場合(ステップ406がYES;  $Q_1 \leq Q_2$ )には、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = T$ と、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = 0$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = 0$ なる遮断信号を出力する(ステップ413、414、417)。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bに、必要トルク $T$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bへの電力を遮断する。よって、モータ4Bが駆動し、モータ5Bが自由回転し、電気自動車モータ4Bの駆動力のみでアクセル開度 $A$ に対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0095】また、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ より高い場合(ステップ406がNO;  $Q_1 > Q_2$ )には、路面状況 $S$ と所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。つまり、路面状況 $S$ が所定値 $S_0$ 以下の場合(ステップ408がNO;  $S \leq S_0$ )には、路面が滑り易い状態でないことを意味するので、モータ4Bへのトルク指令 $T_1 = 0$ 、モータ5Bへのトルク指令 $T_2 = T$ を演算し、電力変換回路8に $T_1 = 0$ なる遮断信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T$ なる供給信号を出力する(ステップ415、416、417)。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4Bへの電力を遮断し、電力変換回路9が、車載電源1からモータ5Bに、必要トル

クTを出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータ4Bが自由回転し、モータ5Bが駆動し、電気自動車はモータ5Bの駆動力のみでアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0096】逆に、路面状況Sが所定値 $S_0$ を越えた場合（ステップ408がYES； $S > S_0$ ）には、路面が滑り易い状態であることを意味するので、運転条件とモータ負荷状態と路面状況Sとを踏まえたモータ制御を解除する。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータ4B、5Bに、通常のアクセル開度Aに対応して制御された電力を供給して、電気自動車がモータ4B、5Bの駆動力でアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら定速走行する。

【0097】上記ステップ402～ステップ417の実行は、図外のメインスイッチがオフ動作されるまで繰り返して行われるが、運転条件とモータ負荷状態と路面状況とは、1サイクルの処理毎に書き換えられる。

【0098】要するに、この第4実施例によれば、必要トルクTと最大トルク $T_{max}$ との大小関係なる運転条件に、モータ4B、5Bの回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高低なる負荷状態と路面状況Sと所定値 $S_0$ との大小関係なる路面の滑り易さを加味する。そして、必要トルクTが最大トルク $T_{max}$ より大きい場合には、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の低い方を最大トルク $T_{max}$ で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高い方を補助的に駆動し、必要トルクTが最大トルク $T_{max}$ 以下の場合では、モータ4B、5Bのうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の低い方を必要トルクTで駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高い方を自由回転にする。しかし、後輪を駆動するモータ5Bの駆動がメインとなる場合において、路面状況Sが所定値 $S_0$ 以下で、路面が滑り易くない場合にのみ、モータ5Bを最大トルク $T_{max}$ または必要トルクTで駆動する。逆に、路面状況Sが所定値 $S_0$ を越えて、路面が滑り易い場合には、運転条件とモータ負荷状態と路面状況Sとを踏まえたモータ制御を解除し、通常のアクセル開度Aによってモータ4B、5Bを駆動する。よって、熱影響による銅損を極力少なくして、モータ4B、5Bの効率を良くする一方、加速時の操安性能をも高められ安全性が向上する。

【0099】一般的に、前輪駆動と後輪駆動との加速時の操安性能については、図13に示すようになっている。つまり、前輪駆動のヨーレート変化は、加速度が増加してもあまり増えず、ある値を越えると減少するのに対して、後輪駆動のヨーレート変化は、加速度が増加するにしたがって急激に増え続ける。よって、後輪駆動時で路面が滑り易いときには後輪駆動を解除し、通常の前後輪駆動に切り替えることによって、操安性能が不安定方向に行かなくなり、運動性能に悪影響を与えることはない。

【0100】第5実施例

図14は、第5実施例として、モータ4B、5Bで図外の左右輪を駆動し、運転条件とモータ負荷状態と路面状況とにより、複数のモータを制御する電気自動車の駆動装置を示したものであって、第4実施例と同一部分に同一符号を付してある。

【0101】この図11の電気自動車の駆動装置は、第4実施例に、舵角センサ60を付加し、この舵角センサ60からの舵角Cなる電気信号を判定手段23Bに入力し、判定手段23Bが舵角Cを予め設定された左右転回を判定するための所定値C<sub>0</sub>と比較し、その比較結果に相当する電気信号をも指示手段24Bに出力するようになっている。

【0102】この第5実施例の作用を図15に示したフローチャートにしたがって説明する。

【0103】メインスイッチのオン動作により、制御装置20が起動して、ステップ501でモータ制御が始まると、ステップ502で、アクセルセンサ11が検出したアクセル開度Aと、車速センサ12が検出した車速Vと、温度センサ43、44が検出した回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ と、路面状況検出手段50が検出した路面状況Sと、舵角センサ60が検出した舵角Cとを読み込み、ステップ503で、舵角Cを所定値C<sub>0</sub>と比較して転回操作中であるならば（ステップ503がYES）、ステップ504で転回方向、つまり右転回または左転回かを求める転回内側（内輪側）のモータをM1、転回外側（外輪側）のモータをM2に設定し、ステップ504で、その現在の車速Vを基準として、トルク特性データD<sub>1</sub>から最大トルク $T_{max}$ を抽出し、この最大トルク $T_{max}$ とアクセル開度Aとにより、トルク演算式から必要トルクTを演算する。

【0104】ステップ506における必要トルクTと最大トルク $T_{max}$ との判断結果に、ステップ507、508での回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の比較結果とステップ509、510での路面状況Sと所定値 $S_0$ との比較結果とを加味し、モータM1、M2を使い分ける。

【0105】（1）必要トルクTが最大トルク $T_{max}$ より大きい場合（ステップ506がNO； $T > T_{max}$ ）には、アクセル開度Aに対する車速を保つのに、1つのモータだけのトルクでは不足であり、モータM1、M2の両方を使う必要があることを意味する。しかし、モータM1、M2は温度に応じて抵抗が増えて銅損が増すので、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ を比較して、モータM1、M2のうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が低い方を定格で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ が高い方を残りの出力で補助的駆動する。ところが、このとき、外輪側を駆動するモータM2の駆動に際しては、路面状況Sと所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。

【0106】具体的には、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ 以下の場合（ステップ507がYES； $Q_1 \leq Q_2$ ）には、モータM2の出力がモータM1の出力より小さく

なるので、モータM1へのトルク指令 $T_1 = T_{max}$ と、モータM2へのトルク指令 $T_2 = T - T_{max}$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T_{max}$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T - T_{max}$ なる供給信号を出力する（ステップ511, 512, 519）。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータM1に、最大トルク $T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータM2に、必要トルク $T$ からモータM1の最大トルク $T_{max}$ を引いたトルク不足分 $\Delta T = T - T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータM1, M2が駆動し、モータM1でのトルク不足分 $\Delta T$ をモータM2で補いつつ、電気自動車はモータM1, M2の駆動力でアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら転回走行する。

【0107】また、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ より高い場合（ステップ507がNO； $Q_1 > Q_2$ ）には、モータM2の出力がモータM1の出力より高くなるので、路面状況Sと所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。つまり、路面状況Sが所定値 $S_0$ 以下の場合（ステップ509がNO； $S \leq S_0$ ）には、路面が滑り易い状態でないことを意味するので、モータM1へのトルク指令 $T_1 = T - T_{max}$ と、モータM2へのトルク指令 $T_2 = T_{max}$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T - T_{max}$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T_{max}$ なる供給信号を出力する（ステップ513, 514, 519）。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータM1に、必要トルク $T$ からモータM2の最大トルク $T_{max}$ を引いたトルク不足分 $\Delta T = T - T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータM2に、最大トルク $T_{max}$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータM1, M2が駆動し、モータM2でのトルク不足分 $\Delta T$ をモータM1で補いつつ、電気自動車はモータM1, M2の駆動力でアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら転回走行する。

【0108】逆に、路面状況Sが所定値 $S_0$ を越えた場合（ステップ509がYES； $S > S_0$ ）には、路面が滑り易い状態であることを意味するので、運転条件とモータ負荷状態と路面状況Sとを踏まえたモータ制御を解除する。これにより、電力変換回路8, 9が、車載電源1からモータM1, M2に、通常のアクセル開度Aに対応して制御された電力を供給して、電気自動車はモータM1, M2の駆動力でアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら転回走行する。

【0109】（2）必要トルク $T$ が最大トルク $T_{max}$ 以下の場合（ステップ506がYES； $T \leq T_{max}$ ）には、アクセル開度Aに対する車速を保つのに、1つのモータだけのトルクで十分に足り、モータM1, M2の両方を使う必要がないことを意味する。しかし、モータM1, M2は温度に応じて抵抗が増えて銅損が増すので、回転子温度 $Q_1, Q_2$ を比較して、モータM1, M2のう

ちで回転子温度 $Q_1, Q_2$ が低い方を駆動し、回転子温度 $Q_1, Q_2$ が高い方を自由回転とする。ところが、このとき、後輪を駆動するモータM2の駆動に際しては、路面状況Sと所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。

【0110】具体的には、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ 以下の場合（ステップ508がYES； $Q_1 \leq Q_2$ ）には、モータM2の出力がモータM1の出力より小さくなるので、モータM1へのトルク指令 $T_1 = T$ と、モータM2へのトルク指令 $T_2 = 0$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = T$ なる供給信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = 0$ なる遮断信号を出力する（ステップ515, 516, 519）。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータM1に、必要トルク $T$ を出力するのに必要な電力を供給し、電力変換回路9が、車載電源1からモータM2への電力を遮断する。よって、モータM1が駆動し、モータM2が自由回転し、電気自動車はモータM1の駆動力のみでアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら転回走行する。

【0111】また、回転子温度 $Q_1$ が回転子温度 $Q_2$ より高い場合（ステップ508がNO； $Q_1 > Q_2$ ）には、モータM2の出力がモータM1の出力より高くなるので、路面状況Sと所定値 $S_0$ との比較結果を加味する。つまり、路面状況Sが所定値 $S_0$ 以下の場合（ステップ510がNO； $S \leq S_0$ ）には、路面が滑り易い状態でないことを意味するので、モータM1へのトルク指令 $T_1 = 0$ と、モータM2へのトルク指令 $T_2 = T$ とを演算し、電力変換回路8に $T_1 = 0$ なる遮断信号を出力し、電力変換回路9に $T_2 = T$ なる供給信号を出力する（ステップ517, 518, 519）。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータM1への電力を遮断し、電力変換回路9が、車載電源1からモータM2に、必要トルク $T$ を出力するのに必要な電力を供給する。よって、モータM1が自由回転し、モータM2が駆動し、電気自動車はモータM2の駆動力のみでアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら転回走行する。

【0112】逆に、路面状況Sが所定値 $S_0$ を越えた場合（ステップ510がYES； $S > S_0$ ）には、路面が滑り易い状態であることを意味するので、運転条件とモータ負荷状態と路面状況Sとを踏まえたモータ制御を解除する。これにより、電力変換回路8が、車載電源1からモータM1, M2に、通常のアクセル開度Aに対応して制御された電力を供給して、電気自動車はモータM1, M2の駆動力でアクセル開度Aに対応した車速を保ちながら転回走行する。

【0113】なお、上記ステップ503がNOで直進の場合には、ステップ504をスキップすることは、第4実施例と同一のモータ制御になる。

【0114】上記ステップ502～ステップ519の実行は、図外のメインスイッチがオフ動作されるまで繰り返して行われるが、運転条件とモータ負荷状態と路面状

況 $S$ と舵角 $C$ とは、1サイクルの処理毎に書き換えられる。

【0115】要するに、この第5実施例によれば、左右輪を駆動輪とした場合において、必要トルク $T$ と最大トルク $T_{MAX}$ との大小関係なる運転条件に、モータ $M1$ 、 $M2$ の回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高低なる負荷状態と路面状況 $S$ と所定値 $S_0$ との大小関係なる路面の滑り易さと舵角 $C$ と所定値 $C_0$ との大小関係なる転回方向とを加味する。そして、必要トルク $T$ が最大トルク $T_{MAX}$ より大きい場合には、モータ $M1$ 、 $M2$ のうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の低い方を最大トルク $T_{MAX}$ で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高い方を補助的に駆動し、必要トルク $T$ が最大トルク $T_{MAX}$ 以下の場合では、モータ $M1$ 、 $M2$ のうちで回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の低い方を必要トルク $T$ で駆動し、回転子温度 $Q_1$ 、 $Q_2$ の高い方を自由回転にする。しかし、外輪側を駆動するモータ $M2$ の駆動がメインとなる場合において、路面状況 $S$ が所定値 $S_0$ 以下で、路面が滑り易くない場合にのみ、モータ $M2$ を最大トルク $T_{MAX}$ または必要トルク $T$ で駆動する。逆に、路面状況 $S$ が所定値 $S_0$ を越えて、路面が滑り易い場合には、運転条件とモータ負荷状態と路面状況 $S$ とを踏まえたモータ制御を解除し、通常のアクセル開度 $A$ によってモータ $M1$ 、 $M2$ を駆動する。よって、路面が滑り易いときで、転回するときは、外輪側のモータ $M$ を最大トルク $T_{MAX}$ または必要トルク $T$ で駆動することを禁止したので、乗員の安全性が向上する。しかも、熱影響による銅損を極力少なくして、モータ $M1$ 、 $M2$ の効率を良くする一方、加速時の操安性能をも高められる。

【0116】一般的に、内輪駆動と外輪駆動との加速時の操安性能については、図16に示すようになってい

る。つまり、内輪駆動のヨーレート変化は、加速度が増加してもあまり増えず、ある値を越えると減少するのに対して、外輪駆動のヨーレート変化は、加速度が増加するにしたがって急激に増え続ける。よって、外輪駆動時に路面が滑り易いときには、外輪駆動を解除し、通常の内外輪駆動に切り替えることによって操安性能が不安定方向に行かなくなり、運動性能に悪影響を与えることはない。

【0117】

【発明の効果】以上のように、第1の発明によれば、電気自動車の運転条件から最大出力と必要出力との差を少なくするように、駆動輪毎のモータを使い分けるので、モータの効率を大幅に向上し、一充電当たりの走行距離を伸ばすことができる。

【0118】第2の発明によれば、電気自動車の運転条件から最大出力と必要出力との差を少なくし、モータ個々の負荷状態からモータ個々の負荷を少なくするように、駆動輪毎のモータを使い分けるので、モータの効率とモータの安全性とも向上させることができる。

【0119】第3の発明は、電気自動車の運転条件から

最大出力と必要出力との差を少なくし、路面状況から駆動輪の滑りを少なくするように、駆動輪のモータを使い分けるので、モータの効率と乗員の安全性とを向上させることができる。

【0120】第4の発明では、電気自動車の運転条件から最大出力と必要出力との差を少なくし、モータ負荷状態からモータ個々の負荷を少なくし、路面状況から駆動輪の滑りを少なくするように、駆動輪のモータを使い分けるので、モータ効率とモータの安全性と乗員の安全性とを向上させることができる。

【0121】第5の発明は、前後輪をモータが個別に連結される駆動輪と成し、少なくとも、電気自動車の運転条件から最大出力と必要出力との差を少なくするように、前後輪のモータを使い分けるので、モータの効率向上は勿論のこと、後輪駆動時の操安性能も高めることができる。

【0122】第6の発明は、前後輪が個別に連結されるモータを出力が異なるモータで構成し、少なくとも、電気自動車の運転条件から最大出力と必要出力との差を少なくするように、前後輪のモータを使い分けるので、モータの効率向上は勿論のこと、制動性能または加速性能のいずれか一方を重視させることができる。

【0123】第7の発明は、左右輪をモータが個別に連結される駆動輪と成し、車両の直進中において、必要トルクと消費電力との関係から、横揺れ防止時間を以て交互駆動したり、同時駆動したりというように、左右輪のモータを使い分けるので、モータの効率向上は勿論のこと、消費電力を少なくすることができる。

【0124】第8の発明は、車両の転回中において、路面が滑り易いという路面状況により、外輪側のモータ出力が内輪側のモータ出力よりも大きくなるのを禁止し、外輪側のモータと内輪側のモータを同一出力で駆動させるので、モータの効率向上、乗員の安全性向上は勿論のこと、転回時の操安性能が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例を示す構成図。

【図2】第1実施例の大出力モータの特性図。

【図3】第1実施例の小出力モータの特性図。

【図4】第1実施例のフローチャート。

【図5】第2実施例を示す構成図。

【図6】第2実施例の制御装置を示す構成図。

【図7】第2実施例のフローチャート。

【図8】第3実施例を示す構成図。

【図9】第3実施例のフローチャート。

【図10】第3実施例の作用説明図。

【図11】第4実施例を示す構成図。

【図12】第4実施例のフローチャート。

【図13】第4実施例の作用説明図。

【図14】第5実施例を示す構成図。

【図15】第5実施例のフローチャート。



【図16】第5実施例の作用説明図。

【図17】従来の電気自動車のモータの特性図。

【符号の説明】

1…車載電源

2, 2A, 3, 3A…駆動輪

4, 4A, 4B, 5, 5A, 5B…モータ

10, 10A, 10B…運転条件検出手段

\* 21, 21A, 21B…記憶手段

22, 22A, 22B…演算手段

23, 23A, 23B…判定手段

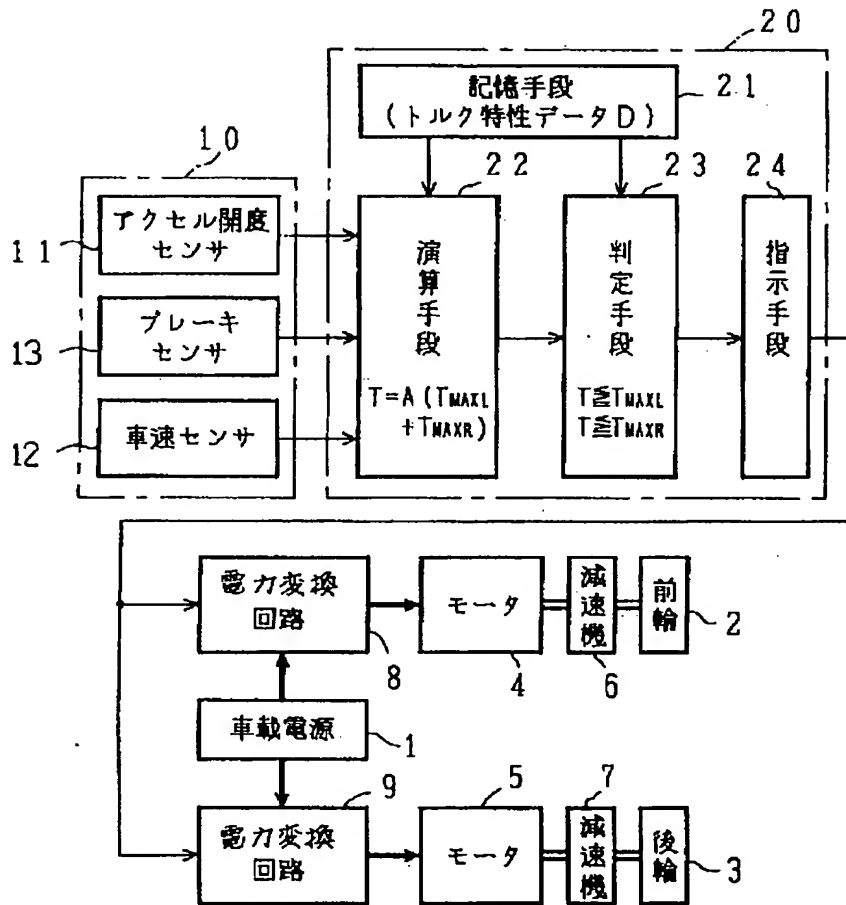
24, 24A, 24B…指示手段

40, 41…モータ負荷検出手段（温度センサ）

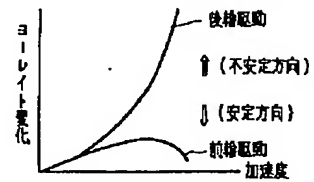
42…比較手段

\* 50…路面状況検出手段

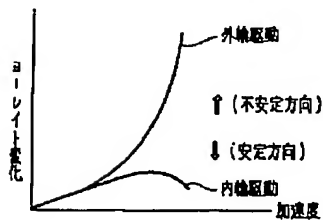
【図1】



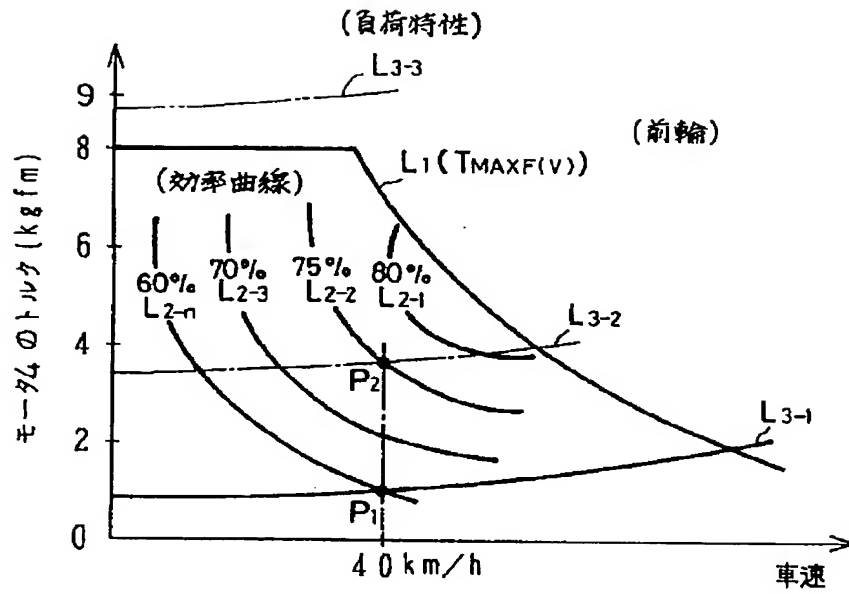
【図13】



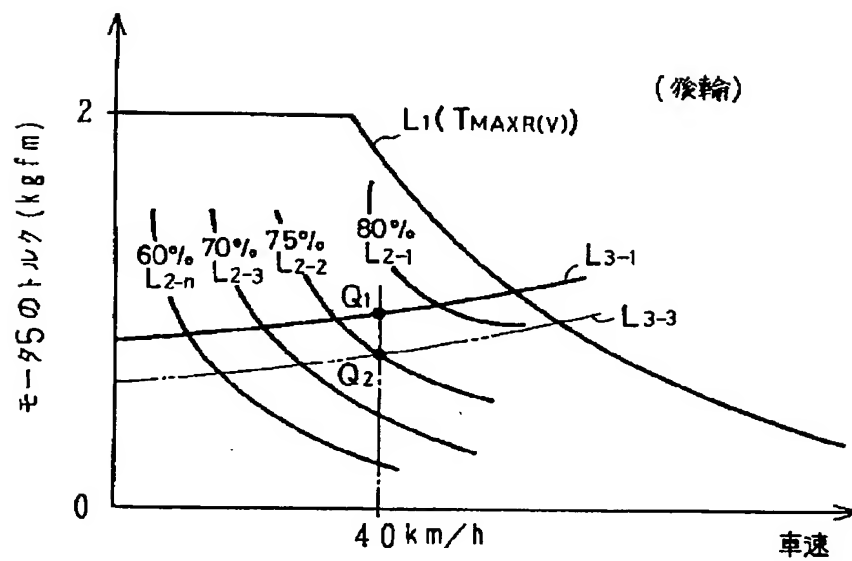
【図16】



【図2】



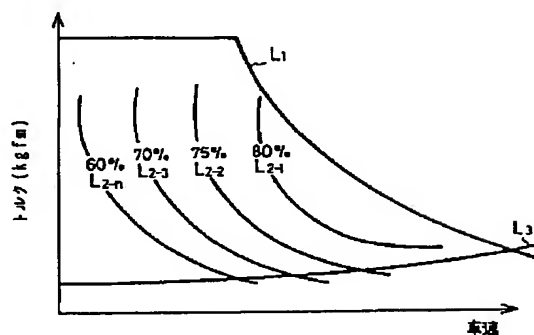
【図3】



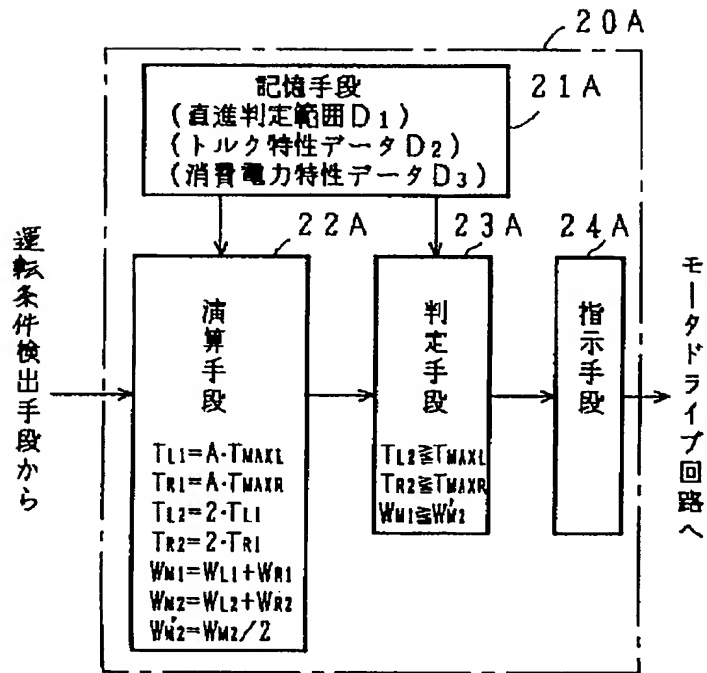
101 (はじめ)



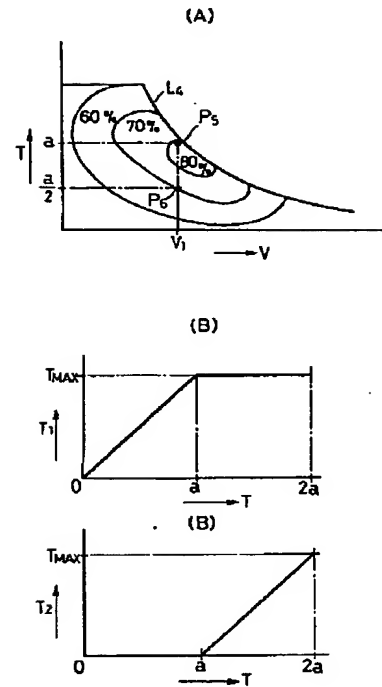
【图 17】



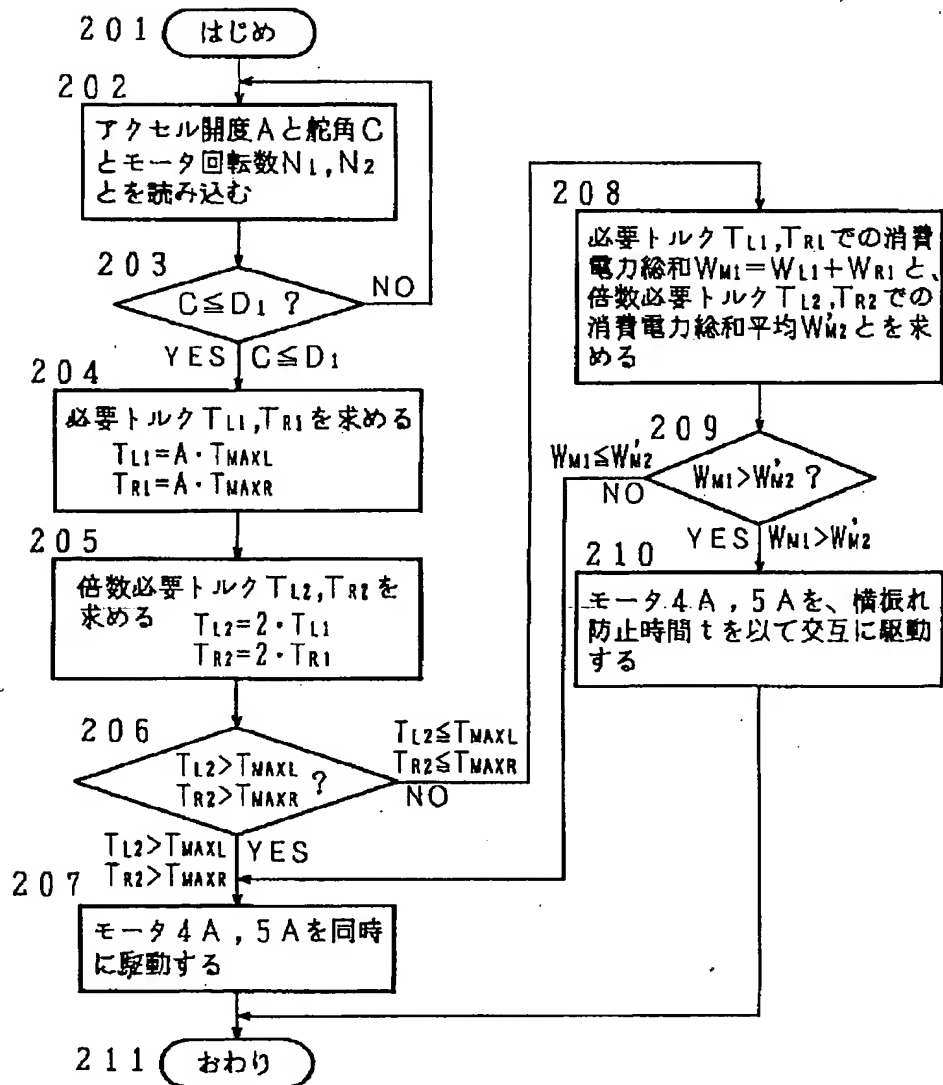
【図6】



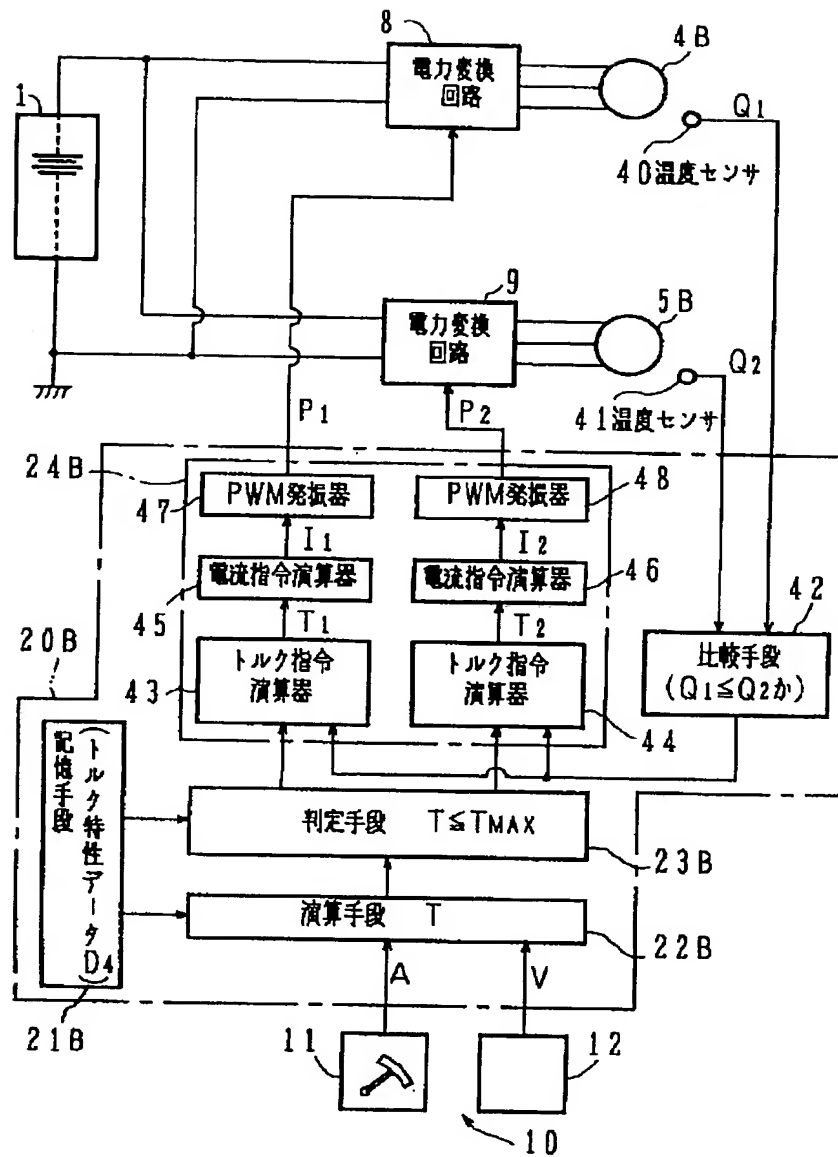
【図10】



【図7】

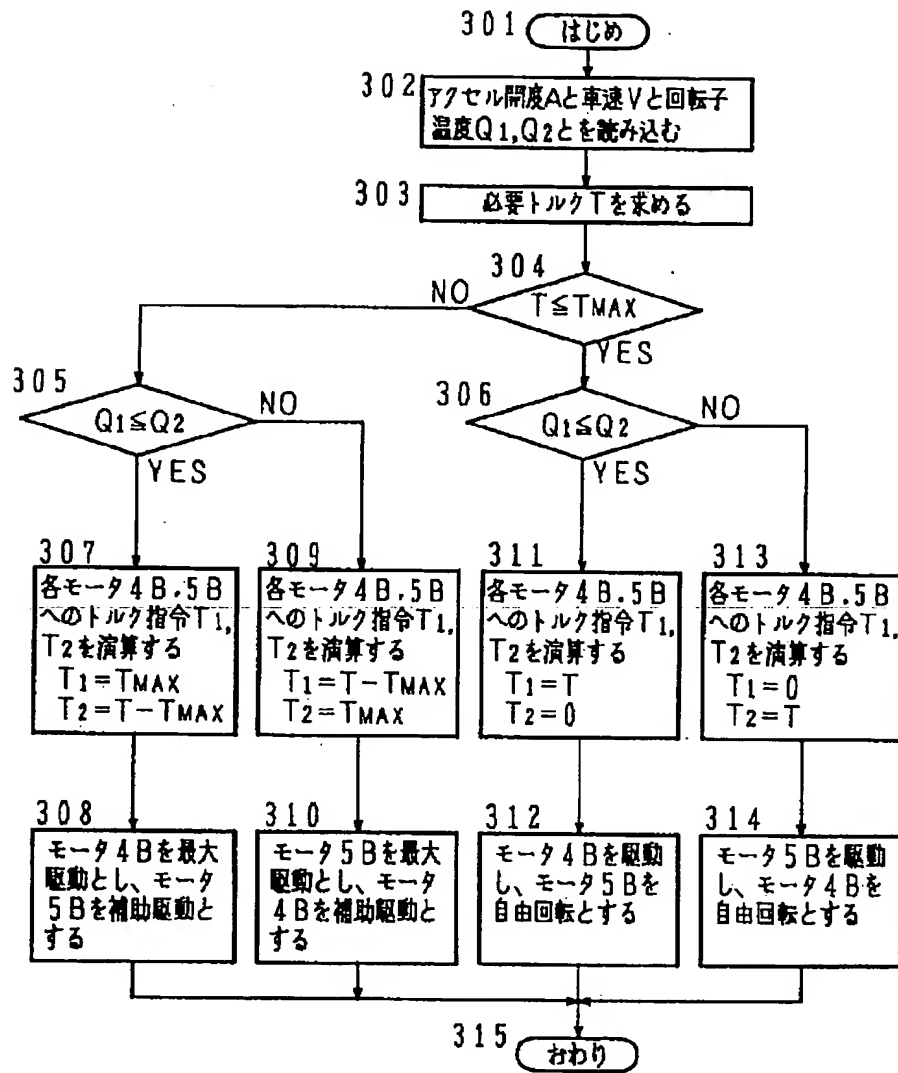


【図8】

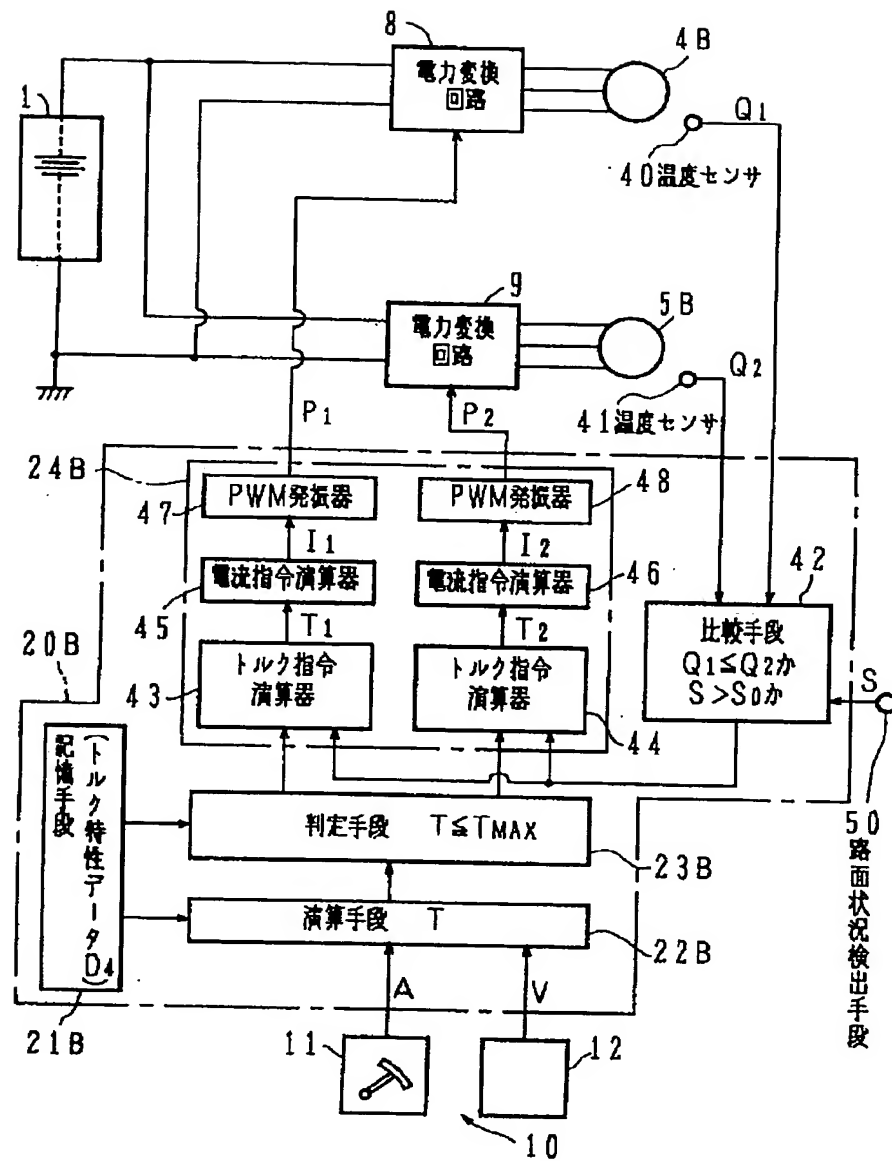




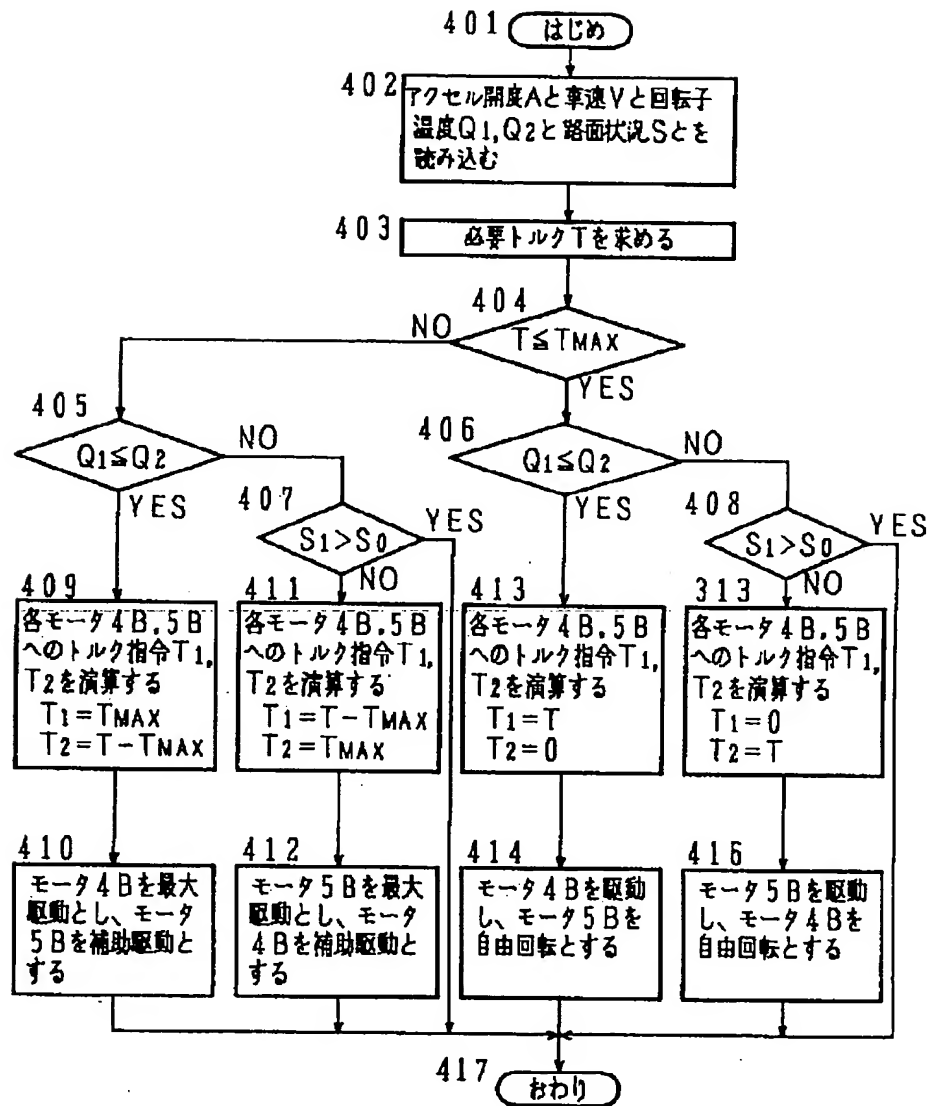
【図9】



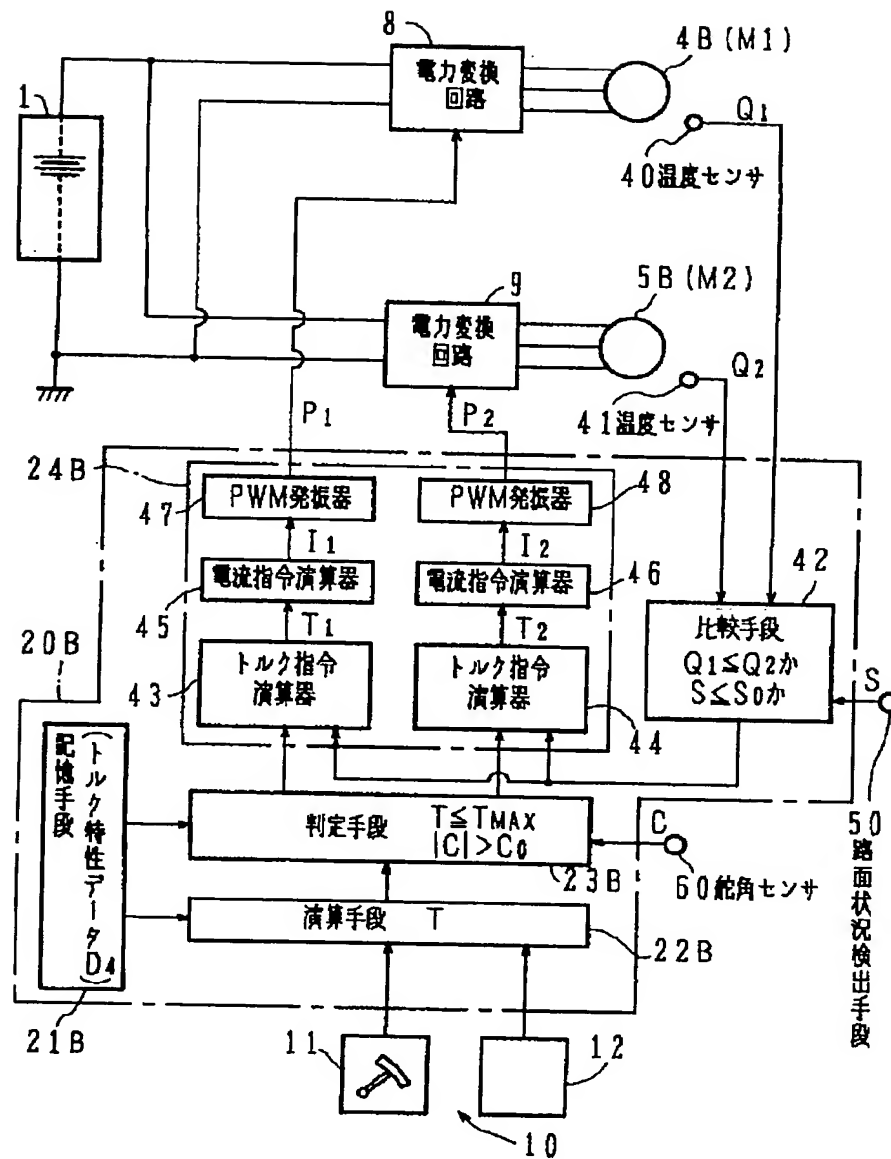
【図11】



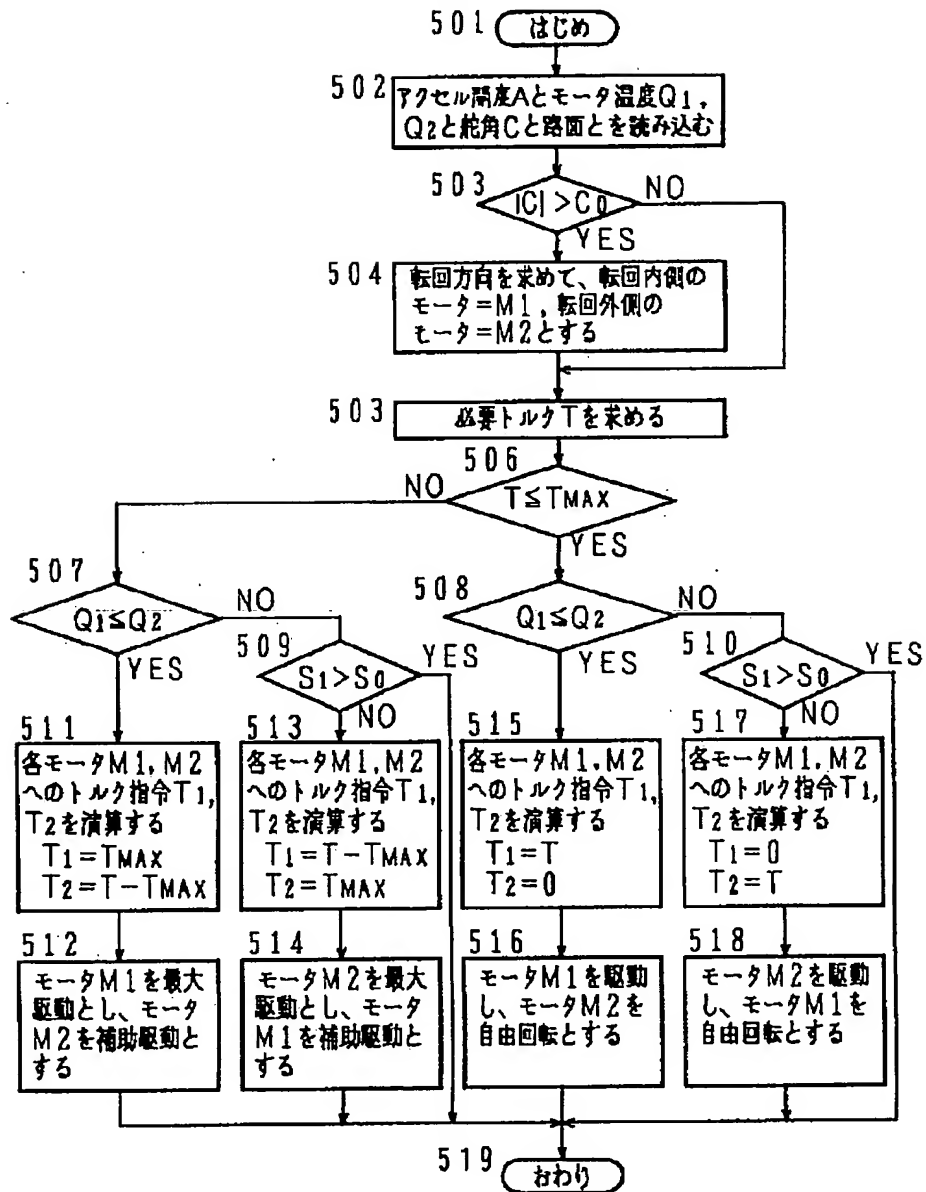
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 折口 正人  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
 自動車株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**